Canadian Centre for Occupational Health and Safety

Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

LE BRUIT AU TRAVAIL ET LA MESURE DU BRUIT

Guide de base

P88 - 23F

LE BRUIT AU TRAVAIL ET LA MESURE DU BRUIT

Guide de base

Préparé pour

le Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail

par Andrea M Sass-Kortsak MHSc CIH

Université de Toronto

avec l'aide de

Bhawani Pathak et Susan Cooper, CCHST

Décembre 1988

CCOHS-CCHST

90-04267/

LE BRUIT AU TRAVAIL ET LA MESURE DU BRUIT - GUIDE DE BASE

Chaque document produit par le CCHST est soumis à une série de révisions. Dans le cadre de ce processus de révision, on demande à des représentants des gouvernements, des employeurs et des travailleurs d'examiner les versions préliminaires des documents du CCHST et de juger de leur exactitude sur le plan technique et de leur lisibilité pour l'usager.

Le CCHST s'efforce de s'assurer que l'information qu'il distribue est exacte et exhaustive. Cependant, il est entendu qu'il ne se porte pas garant que ladite information est exacte et exhaustive et il ne sera tenu responsable d'aucun dommage ni d'aucune perte subis par suite de l'utilisation d'une information inexacte ou incomplète.

Cette publication est offerte dans les deux langues officielles.

This publication is available in both official languages.

NUMÉRO DU CCHST P88-23F
ISBN 0-660-92651-2
NUMÉRO DE CATALOGUE MAS CC273-2/88-23F

Date de publication : 1988

---

250 rue Main est
Hamilton Ontario
L8N 1H6
416-572-2981
Téléfax 416-572-2206
Télex 061-8532

CCOHS-CCHST

TABLE DES MATIÈRES

	AVANT-PROPOS	(ii)
1.	INTRODUCTION	1
2.	QU'EST-CE QUE LE BRUIT?	1
	En quoi consistent le son et le bruit?	1
	Qu'entend-on par hauteur et par fréquence?	3
	Qu'est-ce que la pression acoustique?	3
	Qu'est-ce que la puissance acoustique?	4
	Quel est le rapport entre la pression et la puissance acoustique?	5
	Comment la distribution dans le temps influe-t-elle sur le bruit?	6
	Qu'est-ce qu'un décibel pondéré A?	6
	Comment les niveaux acoustiques s'additionnent-ils?	7
3.	QUELLES SONT LES DIRECTIVES/NORMES D'EXPOSITION RELATIVES AU BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL?	8
	Qu'est-ce que le niveau de référence?	8
	Qu'est-ce que le taux d'échange?	9
4.	COMMENT MESURE-T-ON LE BRUIT SUR LES LIEUX DE TRAVAIL?	11
	Quels types d'instruments sont utilisés?	11
	Quelles méthodes sont utilisées?	15
	ANNEXE A - Calcul du niveau de pression acoustique	18
	ANNEXE B - Calcul du niveau de puissance acoustique	20
	LECTURES SUPPLÉMENTAIRES	21

CCOHS-CCHST

AVANT-PROPOS

Cette publication, sous forme de questions et réponses, explique ce qu'est le bruit en milieu de travail et décrit les méthodes de base pour le mesurer. Elle peut aider à effectuer des mesures simples du bruit ou à comprendre les résultats des relevés acoustiques. Elle ne traite pas des effets du bruit sur les personnes en milieu de travail ni des méthodes de lutte contre le bruit.

CCOHS-CCHST

1. INTRODUCTION

Le bruit est l'un des dangers les plus courants pour la santé en milieu de travail. C'est un facteur présent partout, dans l'industrie lourde et dans l'industrie de la fabrication, de même que dans les exploitations agricoles, les cafétérias, les cuisines, les petits ateliers, les bureaux et les écoles.

Le niveau du bruit peut être réduit dans la plupart des milieux de travail, souvent grâce à des modifications techniques apportées à la source du bruit ou au poste de travail. Lorsque la technologie ne permet pas de corriger suffisamment le problème, on a recours à des appareils personnels de protection acoustique, comme les bouchons d'oreilles, pour diminuer l'exposition au bruit.

La première étape de la lutte contre le bruit en milieu de travail consiste à déterminer les secteurs où le bruit est excessif ou les tâches qui comportent une exposition excessive. La présente publication définit la terminologie utilisée pour décrire l'exposition au bruit et explique les méthodes utilisées pour mesurer le bruit. Elle donne également certaines informations sur la nature du bruit.

2. QU'EST-CE QUE LE BRUIT?

En quoi consistent le son et le bruit?

Le son est ce que nous entendons. Le bruit est un son indésirable. La différence entre un son et un bruit dépend de l'auditeur et des circonstances. Pour une personne, la musique rock est un son; pour une autre, c'est un bruit.

Lorsqu'un objet vibre, il provoque de légers changements de la pression atmosphérique. Ces changements de pression se propagent dans l'air sous forme d'ondes et produisent un son. Supposons, par exemple, que vous frappez la surface d'un tambour avec une baguette : la surface vibre de haut en bas. En s'enfonçant, la peau du tambour pousse l'air qui est en contact avec sa surface, ce qui crée une pression positive (plus élevée) par compression. Lorsque la peau se déplace dans l'autre direction, il y a pression négative (moins élevée) par décompression. Ainsi, en vibrant, la peau du tambour crée alternativement des zones de pression d'air plus et moins élevée. Ces variations de pression se propagent dans l'air sous forme d'ondes acoustiques (figure 1).

Le mécanisme d'audition de l'oreille perçoit les ondes acoustiques et les convertit en informations qu'il transmet au cerveau. Celui-ci interprète l'information comme un son. Le mécanisme de l'audition est très sensible et peut détecter même d'infimes ondes de pression. Il est également très fragile et c'est pourquoi un son fort peut l'endommager.

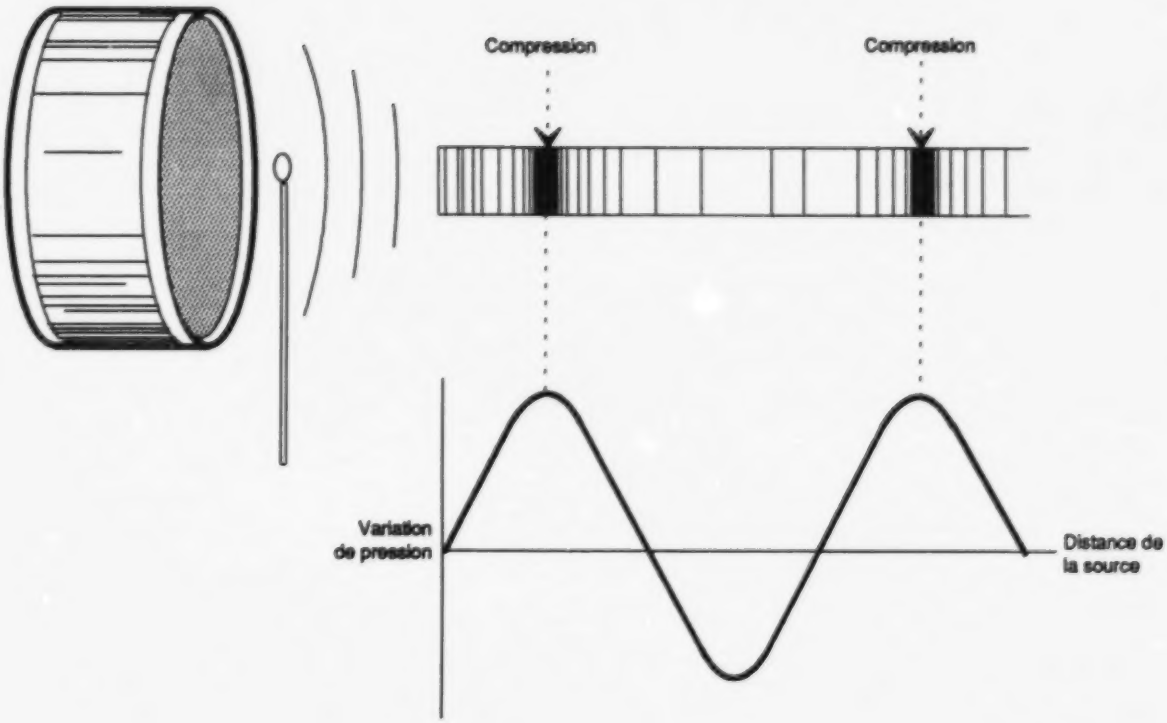


Figure 1 - Production d'ondes sonores

Les caractéristiques du bruit dont il faut tenir compte en milieu de travail sont les suivantes :

- la fréquence
- la pression acoustique
- la puissance acoustique
- la distribution dans le temps

Qu'entend-on par hauteur et par fréquence?

La fréquence est la vitesse à laquelle une source sonore produit des cycles complets de pression élevée et faible. En d'autres mots, la fréquence est le nombre de cycles complets qu'effectue un corps en vibration en une seconde. L'unité utilisée pour mesurer la fréquence est le Hertz (Hz = 1 cycle par seconde). Nous percevons la fréquence sous forme de hauteur. Plus la fréquence est faible, plus le son paraît bas ou grave; plus la fréquence est élevée, plus le son nous paraît haut ou aigu. Une personne jeune et en bonne santé perçoit en gros les sons dont la fréquence varie de 20 à 20 000 Hz. Le son d'une voix humaine se situe en général dans la gamme de 300 à 3 000 Hz.

Qu'est-ce que la pression acoustique?

La pression acoustique est la quantité de changement de pression d'air produite par une source sonore. Nous percevons la pression acoustique comme le volume. Frappée très légèrement, la surface du tambour qui nous a servi d'exemple ne se déplace que sur une très petite distance et ne produit qu'un faible son. Frappée plus fort, elle se déplace davantage par rapport à la position fixe et l'augmentation de pression est supérieure : pour l'auditeur, le son est plus fort.

La pression acoustique dépend également du milieu dans lequel se trouve la source sonore et de la distance à laquelle se trouve l'auditeur. Le son produit par le tambour est plus fort à 2 m dans une petite salle qu'au milieu d'un terrain de football. En général, plus on s'éloigne de la source, plus le son s'affaiblit.

La pression acoustique est habituellement exprimée en unités appelées Pascals (Pa). Une personne jeune et en bonne santé peut percevoir une pression acoustique aussi faible que 0,00002 Pa. Une conversation normale se situe à 0,02 Pa. Une tondeuse à gazon à essence produit environ 1 Pa. Le seuil de la douleur se situe aux environs de 200 Pa.

Une gamme de pressions acoustiques aussi vaste n'est guère pratique. L'échelle des décibels ou dB, qui réduit cette gamme à une échelle maniable, est plus commode. Le décibel doit son nom à Alexander Graham Bell, le pionnier canadien du téléphone, qui s'est grandement intéressé aux problèmes des personnes sourdes.

Les pressions acoustiques converties dans l'échelle des décibels sont appelées niveaux de pression acoustique (Lp). L'annexe A donne une explication détaillée des notions de décibel et de niveau de pression acoustique. La figure 2 compare les pressions acoustiques en pascals et les niveaux de pression acoustique en décibels (dB). On se sert toujours des niveaux de pression acoustique en décibels pour mesurer la pression acoustique ou le volume d'un son.

Qu'est-ce que la puissance acoustique?

En vibrant, la surface du tambour transfert de l'énergie dans l'air. La puissance acoustique est la quantité d'énergie sonore transférée par le tambour dans l'air par seconde. Une source sonore, comme un compresseur ou un tambour, a une puissance acoustique donnée, constante, qui ne change pas quel que soit l'environnement dans lequel elle est placée.

Figure 2 - Comparaison du niveau de pression acoustique et de la pression acoustique

La puissance acoustique est exprimée en unités appelées watts (W). Un chuchotement normal a une puissance acoustique de 0,0000001 watt, un klaxon de camion, de 0,1 W et un turbo réacteur, de 100 000 W.

Comme la pression acoustique, la puissance acoustique (en W) est habituellement exprimée sous forme de niveaux de puissance acoustique (en dB) sur l'échelle des décibels. On trouvera à l'annexe B des exemples de calculs du niveau de puissance acoustique.

La figure 3 compare la puissance acoustique en watts et le niveau de puissance acoustique en décibels. Notez que, pour une variation de puissance acoustique de un billionnième de watt à 100 000 watts, les niveaux de puissance acoustique équivalents ne varient que de 0 à 170 dB.

Quel est le rapport entre la pression et la puissance acoustique?

Comme la puissance acoustique d'une source sonore est constante et spécifique, elle peut servir à calculer la pression acoustique. Ce calcul nécessite des informations détaillées sur le milieu où se trouve la source sonore. Habituellement, une source sonore dont la puissance acoustique est faible produit une faible pression acoustique.

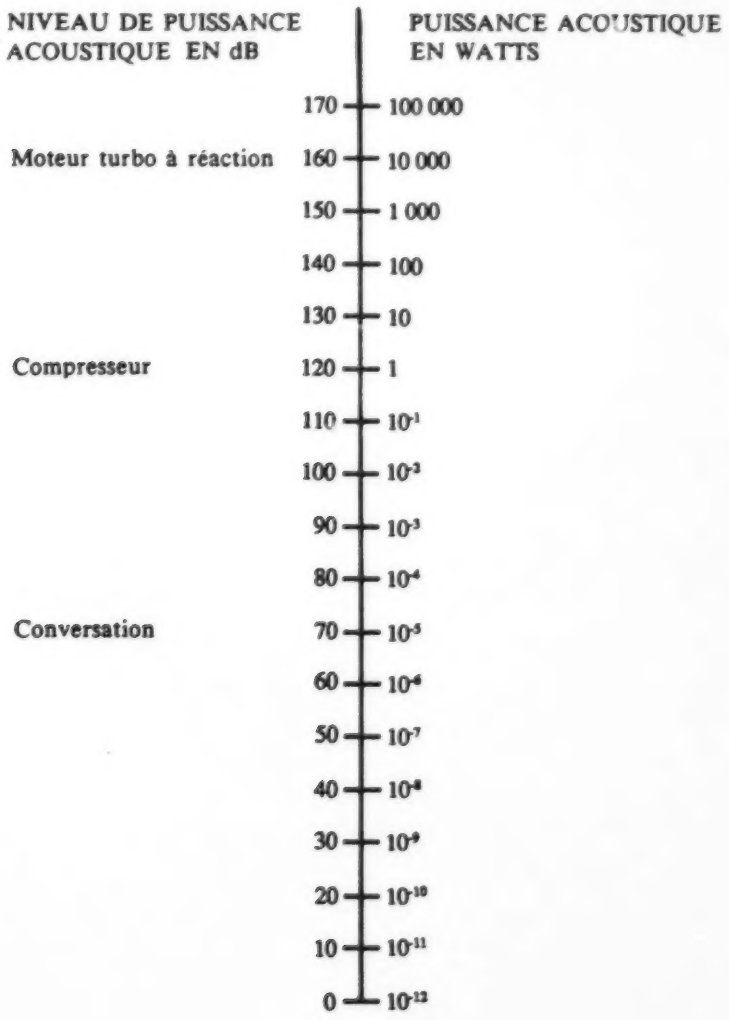


Figure 3 - Comparaison du niveau de puissance acoustique et de la puissance acoustique

Souvent, le fabricant connaît la puissance acoustique du matériel qu'il fabrique. Une fois connue la puissance acoustique d'un compresseur, il est possible de calculer sa pression acoustique prévue et son niveau de pression acoustique selon l'endroit et la distance.

Cette information peut être utile pour déterminer les expositions possibles au bruit et les comparer aux directives.

Comment la distribution dans le temps influe-t-elle sur le bruit?

Le bruit peut être continu, variable, intermittent ou impulsif, selon la façon dont il varie dans le temps. La distinction entre un bruit continu, variable et intermittent n'est pas clairement définie. Un bruit continu est un bruit qui demeure constant et stable sur une période donnée. Le bruit des chaudières dans une centrale est relativement constant et peut par conséquent être considéré comme continu.

La plupart des bruits industriels sont variables et intermittents. Les différentes activités ou les différentes sources de bruit font varier le bruit dans le temps. Le bruit est intermittent lorsqu'il est entrecoupé de périodes de silence relatif. Plus l'intervalle temporel entre les périodes de bruit diminue, plus le bruit intermittent se transforme en bruit impulsif ou bruit d'impact.

Le bruit impulsif est un bruit très fort produit par coups très brefs (moins d'une seconde), par exemple un coup de feu ou le bruit émis par une presse à découper.

Qu'est-ce qu'un décibel pondéré A?

La sensibilité de l'oreille humaine au son dépend de la fréquence ou de la hauteur du son en question. Certaines personnes entendent certaines fréquences mieux que d'autres. Lorsqu'une personne entend deux sons ayant la même pression acoustique mais des fréquences différentes, l'un des deux peut lui sembler plus fort que l'autre. Cela est dû au fait que les gens entendent les sons à haute fréquence beaucoup mieux que les sons à basse fréquence.

Les lectures du niveau de bruit peuvent être ajustées de façon à tenir compte de cette particularité de l'oreille humaine. Un filtre de pondération A intégré à l'instrument de mesure atténue les basses fréquences. Les décibels mesurés par un appareil muni d'un tel réseau de pondération sont appelés décibels pondérés A et s'écrivent dB(A). La législation relative au bruit en milieu de travail donne normalement des limites d'exposition en dB(A). Le tableau 1 donne des exemples de niveaux sonores typiques.

Tableau 1 - Niveaux sonores typiques

Source de bruit	dB(A)
Déchiqueteur pneumatique à 1 mètre	115
Scie circulaire manuelle à 1 mètre	115
Métier à tisser	103
Presse à journaux	95
Tondeuse à gazon à essence à 1 mètre	92
Camion diesel roulant à 50 km/h à 20 mètres	85
Voiture de tourisme roulant à 60 km/h à 20 mètres	65
Conversation à 1 mètre	55
Pièce tranquille	40

Comment les niveaux acoustiques s'additionnent-ils?

Les niveaux de pression acoustique donnés en décibels (dB) ou en décibels pondérés A [dB(A)] sont basés sur une échelle logarithmique (voir annexe A). Ils ne peuvent être additionnés ou soustraits de la façon habituelle en arithmétique. Lorsqu'on ajoute, à côté d'une machine qui émet un niveau sonore de 90 dB, une autre machine identique, le niveau sonore combiné est de 93 dB et non de 180 dB.

Le tableau 2 donne une méthode simple pour additionner les niveaux sonores.

Tableau 2 - Addition des décibels

Différence numérique entre deux sources sonores [dB(A)]	Valeur à ajouter à la plus élevée des deux sources sonores [dB ou dB(A)]
0	3,0
0,1 - 0,9	2,5
1,0 - 2,4	2,0
2,4 - 4,0	1,5
4,1 - 6,0	1,0
6,1 - 10	0,5
10	0,0

Étape 1 : Déterminer la différence entre les niveaux sonores des deux sources et trouver la ligne correspondante dans la colonne de gauche.
Étape 2 : Trouver le nombre [dB ou dB(A)] correspondant à cette ligne dans la colonne de droite.
Étape 3 : Ajouter ce nombre au plus élevé des deux niveaux sonores en décibels.

Par exemple, toujours en conservant l'exemple des deux machines qui ont chacune un niveau sonore de 90 dB :

Étape 1 : La différence numérique entre les niveaux sonores des deux sources est de 0 dB (90 - 90 = 0), soit la première ligne de la première rangée.
Étape 2 : Le numéro correspondant à cette différence de 0 dans la colonne de droite est 3.
Étape 3 : Ajouter 3 au niveau le plus élevé, soit ici 90. Le niveau sonore total est donc de 93 dB.

3. QUELLES SONT LES DIRECTIVES/ NORMES D'EXPOSITION RELATIVES AU BRUIT EN MILIEU DE TRAVAIL?

Les directives et les normes relatives à l'exposition au bruit sont généralement données sous forme de durées maximales d'exposition admissibles pour différents niveaux sonores. Elles sont souvent présentées en tableau, comme le tableau 3 donné ici. Deux facteurs clés décrivent les tableaux de durée d'exposition : le niveau de référence et le taux d'échange.

Qu'est-ce que le niveau de référence?

Le niveau de référence, souvent désigné par l'abréviation L_C, est le niveau sonore stable admissible pour un quart de travail complet de huit heures. Ce niveau, habituellement de 90 dB(A), est parfois fixé à 85 dB(A).

Qu'est-ce que le taux d'échange?

Plus le niveau sonore augmente au-delà de la limite L_c, plus la durée d'exposition admissible décroît. La durée d'exposition maximale est calculée à l'aide du taux d'échange, également appelé rapport échange-dose ou rapport d'échange. Le taux d'échange donne la mesure dans laquelle le niveau sonore admis peut augmenter si la durée d'exposition est coupée de moitié.

Deux taux d'échange sont couramment utilisés : 3 dB(A) ou règle 3 dB, et 5 dB(A) ou règle 5 dB. Ces deux taux d'échange, avec des niveaux de référence de 85 dB(A) et 90 dB(A), donnent deux séries différentes de directives relatives à l'exposition, comme on le voit au tableau 3.

Tableau 3a - Directives relatives à l'exposition au bruit
Niveau de référence = 90 dB(A)

Taux d'échange 3 dB(A)	Durée quotidienne maximale permise (heures)	Taux d'échange 5dB(A)
Niveau admissible dB(A)		Niveau admissible dB(A)
90	8	90
93	4	95
96	2	100
99	1	105
102	1/2	110
105	1/4	115

Tableau 3b - Directives relatives à l'exposition au bruit
Niveau de référence = 85 dB(A)

Taux d'échange 3 dB(A)	Durée quotidienne maximale permise (heures)	Taux d'échange 5dB(A)
Niveau admissible dB(A)		Niveau admissible dB(A)
85	8	85
88	4	90
91	2	95
94	1	100
97	1/2	105
100	1/4	110

Le taux d'échange de 3 dB(A) est plus sévère. Par exemple, la durée d'exposition maximale permise à un bruit de 105 dB(A) est de 15 minutes selon le taux d'échange de 3 dB(A); elle est d'une heure selon le taux d'échange de 5 dB(A).

À l'heure actuelle, la plupart des spécialistes considèrent la règle de 3 dB comme plus logique. Selon eux, le doublement de l'énergie sonore entraîne toujours une augmentation de 3 dB(A) du niveau sonore réel. Il semble donc logique que, lorsque le niveau sonore double, la durée de l'exposition admissible soit réduite de moitié. Il s'ensuit donc que la durée d'exposition admissible devrait être coupée de moitié pour chaque augmentation de 3 dB(A) du niveau sonore. C'est précisément ce que fait le taux d'échange de 3 dB(A).

Le tableau 4 donne les niveaux de référence et les taux d'échange utilisés par les divers gouvernements au Canada.

Tableau 4 - Normes/directives relatives à l'exposition au bruit au Canada (compilées en août 1988)

Gouvernement	Niveau de référence pour 8 heures, dB(A)	Taux d'échange, dB(A)	Impulsion/ Impact[1]
Alberta	85	5	X
Colombie-Britannique	90	3	X
Île-du-Prince-Édouard[4]	--	-	
Manitoba	90	3	
Nouveau-Brunswick	90	5	X
Nouvelle-Écosse[2]	85	5	X
Ontario[3]	90	5	
Québec	90	5	X
Saskatchewan	85	(3)[5]	
Terre-Neuve[2]	85	5	X
Territoires du Nord-Ouest	90	5	X
Yukon	85	3	X
ACGIH[6]	85	5	X

REMARQUES

1. Certains gouvernements, marqués par un X, fixent de façon spécifique le nombre maximal d'impulsions par jour pour des niveaux sonores de pointe donnés.
2. La loi reprend les directives les plus récentes de l'ACGIH.
3. De nouveaux règlements relatifs au bruit (Règlement sur les substances désignées) seront bientôt adoptés.
4. Aucune norme numérique spécifique d'exposition au bruit n'est donnée dans la loi.
5. Le taux d'échange de 3 dB(A) n'est pas exigé par la loi. Il est donné comme directive.
6. L'ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) est une organisation qui n'a aucun pouvoir juridique. Elle soumet des recommandations relativement à l'exposition aux agents chimiques et physiques en milieu de travail. Ses directives sont utilisées aux États-Unis et dans de nombreux autres pays.

Les règlements et les directives de plusieurs gouvernements établissent une distinction entre les bruits impulsifs et les bruits continus. Une approche courante consiste à limiter le nombre d'impulsions en fonction d'une pression de pointe donnée pendant une journée de travail. Les chiffres exacts varient légèrement, mais en général les règlements permettent 10 000 impulsions à une pression de pointe de 120 dB, 1 000 impulsions à 130 dB et 100 impulsions à 140 dB. Ces valeurs sont basées sur des études effectuées par l'armée, où les coups de feu servaient de source de bruit impulsif. Elles établissent les effets du bruit impulsif seul, compte tenu d'un bruit de fond stable faible ou nul.

Par ailleurs, en utilisant le taux d'échange de 3 dB(A), un bruit impulsif peut être considéré en même temps que tout autre bruit continu, en tenant compte de la durée d'exposition admissible.

En plus des expositions admissibles, de nombreux règlements canadiens relatifs au bruit comportent des exigences en matière de contrôle technique et de protection auditive.

4. COMMENT MESURE-T-ON LE BRUIT SUR LES LIEUX DE TRAVAIL?

En hygiène professionnelle, on mesure le niveau de pression acoustique pour déterminer les expositions au bruit. Divers instruments et méthodes peuvent être utilisés à cette fin; le choix dépend du bruit et des données à recueillir.

Quels types d'instruments sont utilisés?

Les instruments les plus courants pour mesurer le bruit sont le sonomètre, l'audiodosimètre et le sonomètre intégrateur. Le tableau 5 donne certaines directives portant sur le choix de l'instrument approprié.

Qu'est-ce qu'un sonomètre?

Le sonomètre comprend un microphone, des circuits électroniques et une unité d'affichage. Le microphone détecte les petites variations de la pression atmosphérique associées au son et les convertit en signaux électriques. Ces signaux sont ensuite traités dans la circuiterie électronique de l'appareil et sont affichés en décibels. Le sonomètre mesure le niveau de pression acoustique à un moment donné dans un endroit particulier.

Pour prendre des mesures, le sonomètre est tenu à bout de bras à la hauteur des oreilles de la personne exposée au bruit. Pour la plupart des appareils, la façon dont le microphone est pointé vers la source de bruit importe peu. Le manuel d'instructions de l'appareil explique comment tenir le microphone. Le sonomètre doit être étalonné avant et après chaque utilisation. Le manuel donne également la méthode d'étalonnage.

La plupart des sonomètres offrent deux modes de lecture : LENT et RAPIDE, selon la période chronologique sur laquelle l'appareil fait la moyenne du niveau sonore avant de l'afficher sur l'indicateur de niveau. En milieu de travail, la lecture du bruit doit se faire en mode LENT.

Tableau 5 - Directives relatives au choix du sonomètre

Type de mesure	Appareils appropriés (par ordre de préférence)	Résultats	Commentaires
Exposition des personnes au bruit	1) Dosimètre	Dose ou niveau sonore équivalent	Appareil le plus précis pour mesurer l'exposition des personnes au bruit.
	2) Sonomètre intégrateur	Niveau sonore équivalent	Lorsque le sujet est mobile, il peut être difficile de déterminer l'exposition personnelle à moins que le travail puisse être facilement divisé en tâches définies.
	3) Sonomètre	dB(A)	Lorsque le niveau de bruit varie considérablement, il est difficile de déterminer l'exposition moyenne. Cet appareil n'est utile que lorsque le travail peut être facilement divisé en tâches définies et que les niveaux de bruit sont relativement stables en tout temps.
Niveaux sonores produits par une source particulière	1) Sonomètre	dB(A)	Les mesures doivent être effectuées à une distance de 1 à 3 mètres de la source (et non directement à la source).

Tableau 5 - Directives relatives au choix du sonomètre (suite)

Type de mesure	Appareils appropriés (par ordre de préférence)	Résultats	Commentaires
	2) Sonomètre intégrateur	Niveau sonore équivalent, dB(A)	Appareil particulièrement utile lorsque le bruit est très erratique; il peut mesurer le niveau sonore équivalent sur une courte période (1 minute).
Relevé des bruits	1) Sonomètre	dB(A)	Appareil utile pour produire la carte de bruit d'un secteur; permet de prendre des mesures sur une configuration de grille.
	2) Sonomètre intégrateur	Niveau sonore équivalent, dB(A)	Pour les bruits erratiques.
Bruit impulsif	1) Sonomètre à impulsion	Pression de pointe, dB(A)	Pour mesurer les pointes de chaque impulsion.

Le sonomètre de type 2 est assez précis pour évaluer les bruits industriels. Le sonomètre de type 1, plus précis et aussi beaucoup plus cher, sert surtout pour les travaux de génie, de laboratoire et de recherche. Les sonomètres moins précis que le type 2 ne devraient pas être utilisés pour la mesure du bruit en milieu de travail.

Les sonomètres sont généralement équipés d'un filtre de pondération A qui peut être ou non mis en action. Certains sonomètres de type 2 ne permettent de prendre des mesures qu'en dB(A), ce qui signifie que la pondération A ne peut être annulée.

Le sonomètre standard ne permet de prendre que des mesures instantanées. Ce mode de fonctionnement convient aux postes de travail où le niveau sonore est continu. Mais dans les postes où le bruit est impulsif, intermittent ou variable, le sonomètre arrive mal à déterminer l'exposition moyenne d'une personne au bruit pendant un quart de travail. Une solution consiste à utiliser un audiodosimètre.

Qu'est-ce qu'un audiodosimètre?

L'audiodosimètre est un petit appareil léger que l'on peut porter à la ceinture et qui est relié à un petit microphone qui s'attache au col, à proximité de l'oreille de la personne. L'audiodosimètre enregistre les données sur le niveau sonore et calcule électroniquement l'exposition moyenne. C'est un appareil utile dans un milieu de travail où le bruit varie habituellement en durée et en intensité et où le travailleur est appelé à se déplacer.

En portant sur soi l'audiodosimètre pendant un quart de travail complet, on détermine son exposition moyenne au bruit ou sa dose d'exposition. Cette moyenne s'exprime habituellement en pourcentage d'exposition maximale permise. Lorsqu'une personne reçoit une dose de 100 % pendant un quart de travail, cela signifie que l'exposition moyenne au bruit est au maximum autorisé. Par exemple, compte tenu d'un niveau étalon de 90 dB(A) et d'un taux d'échange de 3 dB(A), une exposition à 90 dB(A) pendant huit heures constitue une dose de 100 %; une exposition de quatre heures à 93 dB(A) équivaut à une dose de 100 %. Une exposition de huit heures à 93 dB(A) représente une dose sonore de 200 %.

En général, le fabricant ajuste électroniquement le dosimètre en fonction du niveau de référence et du taux d'échange en vigueur. Il se peut que vous deviez ajuster l'appareil en fonction des directives ou des normes d'exposition en vigueur dans votre région.

De nombreux dosimètres donnent un niveau sonore équivalent. Il s'agit du niveau d'exposition moyen au bruit. Ce niveau a la même énergie sonore totale que le niveau sonore réel variable auquel une personne est exposée pendant la même période. D'après les données scientifiques, il semble que la perte d'audition soit affectée par l'exposition à l'énergie sonore totale. Lorsqu'une personne est exposée pendant une période de huit heures à des niveaux sonores variables, il est possible de calculer un niveau sonore équivalant à une exposition à la même énergie sonore totale. Ce niveau aurait le même effet sur l'ouïe de la personne que l'exposition variable à laquelle elle a été soumise en réalité (figure 4).

Qu'est-ce qu'un sonomètre intégrateur?

Le sonomètre intégrateur ressemble à l'audiodosimètre. Il détermine les niveaux sonores équivalents en fonction d'une période de mesure. La principale différence vient du fait qu'il ne donne pas les expositions personnelles parce qu'il est tenu dans la main, comme le sonomètre, et non porté sur le corps même de la personne.

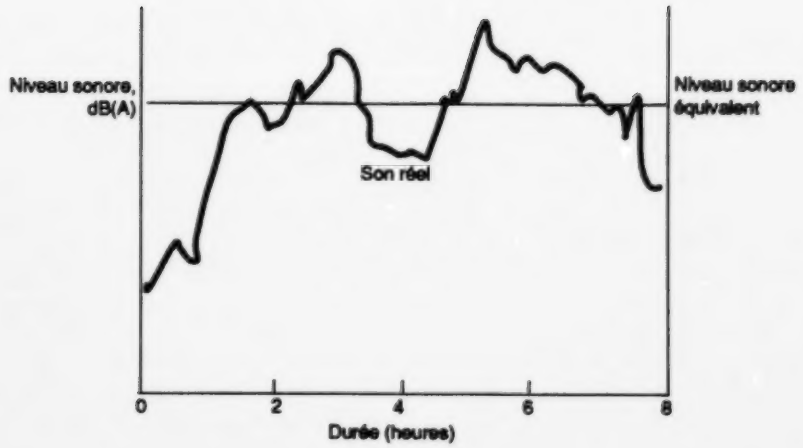


Figure 4 - Niveau sonore équivalent pour un son dont l'intensité varie dans le temps

Le sonomètre intégrateur détermine les niveaux sonores équivalents en un endroit précis. Il donne une lecture unique pour un bruit donné, même si le niveau sonore réel du bruit varie continuellement. Il fait appel à un taux d'échange préprogrammé, compte tenu d'une constante temporelle équivalant au mode LENT du sonomètre.

Quelles méthodes sont utilisées?

Avant de prendre des mesures sur le terrain, il est important de déterminer le type d'information que l'on cherche. Le niveau de bruit sur les lieux de travail varie-t-il pendant la journée? Les travailleurs ont-ils à se déplacer?

Dans une usine de lavage et de remplissage de bouteilles, par exemple, les niveaux sonores varient pendant la durée du quart de travail. Les mesures instantanées, effectuées à l'aide d'un sonomètre (type 2, mode LENT, filtre A), dans un poste de travail, variaient de 63 dB(A) à 114 dB(A) pendant la journée, les niveaux les plus courants se situant entre 90 et 96 dB(A) et 104 à 107 dB(A). D'après ces informations, il semble que l'exposition au bruit soit excessive. Comme il était difficile de déterminer l'ampleur du problème, on a demandé au travailleur de porter un audiodosimètre pendant toute la durée de son quart de travail. À la fin du quart, le dosimètre indiquait une dose de 270 %, ce qui représente une forte exposition. Le dosimètre donnait en outre

un niveau sonore équivalent de 97 dB(A). En d'autres mots, l'exposition équivalait à une exposition constante pendant huit heures à un bruit stable, continu de 97 dB(A). Ce niveau sonore aurait les mêmes effets sur l'audition que le bruit variable réel auquel était exposé le travailleur. D'après les directives relatives à l'exposition (basées sur un taux d'échange de 3 dB), l'exposition à ce niveau sonore doit être inférieure à deux heures. Il fallait donc de toute évidence réduire d'une façon quelconque l'exposition en atténuant le bruit ou en fournissant au travailleur une protection auditive.

On aurait pu également utiliser un sonomètre intégrateur dans cet exemple, particulièrement si le travailleur passait la majeure partie de son quart de travail dans un endroit précis, ou la première partie de son quart dans un endroit et le reste dans un autre. Le sonomètre intégrateur aurait pu fournir des mesures du niveau sonore équivalent ainsi qu'une évaluation passablement précise de l'exposition.

Comment les bruits impulsifs et d'impact sont-ils mesurés?

La mesure des bruits impulsifs ou des bruits d'impact dépend des directives et des normes en vigueur. Normalement, on exige la mesure soit des niveaux sonores de pointe et du nombre réel de pointes, soit de la dose en pourcentage ou des niveaux sonores équivalents. Là où le bruit de fond est faible, comme dans un champ de tir extérieur, la mesure des pressions de pointe pourrait être la plus indiquée. Dans les milieux industriels, où le bruit de fond est généralement important, les dosimètres ou les sonomètres intégrateurs, qui sont assez sensibles pour bien répondre aux pointes, pourraient mieux convenir pourvu qu'un taux d'échange de 3 dB(A) soit utilisé. On peut ainsi tenir compte de tous les bruits, continus et impulsifs, en une même mesure.

Qu'est-ce qu'une analyse fréquentielle?

Le bruit est habituellement mesuré pour évaluer les risques d'exposition, ce que l'on fait en obtenant soit un seul niveau en dB(A), soit une dose de bruit/niveau sonore équivalent. Parfois, il est nécessaire de déterminer la distribution de fréquences réelle du bruit. L'analyse fréquentielle est une mesure plus détaillée du niveau sonore à chaque intensité ou fréquence. En pratique, toutefois, des bandes de fréquences étroites sont utilisées.

À cette fin, la bande des fréquences audibles (de 20 à 20 000 Hz environ) a été divisée en 11 bandes de fréquences. Ces bandes sont appelées bandes d'octaves. Un ensemble de filtres de bandes d'octaves peut être intégré à un sonomètre pour mesurer le niveau sonore dans chaque bande d'octaves.

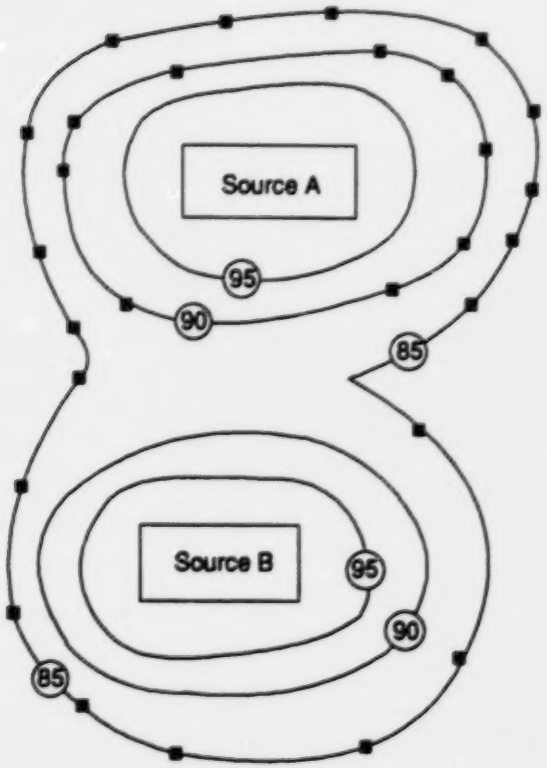
L'analyse fréquentielle ne s'impose habituellement que pour le choix des méthodes de contrôle technique appropriées.

Qu'est-ce qu'un relevé de bruit?

Un relevé de bruit consiste à faire de multiples lectures du bruit dans toute une usine ou une section d'usine afin de déterminer les secteurs bruyants. Ces relevés sont habituellement effectués à l'aide d'un sonomètre. Un plan raisonnablement précis indiquant où se trouvent les postes de travail et les

machines - bruyants est ensuite dessiné. Des mesures du niveau sonore sont effectuées dans un nombre donné de positions autour du secteur délimité, puis sont indiquées sur le plan. Plus le nombre de mesures effectuées est élevé, plus le relevé est précis. Une carte de bruit peut être ainsi produite en traçant sur le plan des lignes entre les points dont le niveau sonore est égal.

Les cartes de bruit, comme celle qui est présentée à la figure 5, donnent des informations très utiles en déterminant clairement les zones potentielles d'exposition excessive au bruit.



■ - point de mesure

Figure 5 - Exemple de carte de bruit

ANNEXE A

Calcul du niveau de pression acoustique

Le niveau de pression acoustique en décibels est défini de la façon suivante :

$$dB = 20 \log \frac{\text{Pression acoustique}}{\text{Pression de référence}}$$

Le log ou logarithme d'un nombre est une opération mathématique basée sur les multiples de 10. C'est l'exposant qui indique la puissance à laquelle le nombre 10 est porté pour produire un nombre donné. Par exemple, le logarithme de 10 est 1, puisque 10 à la puissance 1 donne 10. De la même façon, le logarithme de 100 est 2, étant donné que 10 multiplié par 10 donne 100. Le logarithme de 1 000 est 3, étant donné que 10 est multiplié 3 fois par lui-même pour donner 1 000. Par conséquent

$\log(1) = 0$ étant donné que $10^0 = 1$
$\log(10) = 1$ étant donné que $10^1 = 10$
$\log(100) = 2$ étant donné que $10^2 = 100$
$\log(1\,000) = 3$ étant donné que $10^3 = 1\,000$

L'échelle des logarithmes ne fait que comprimer une vaste gamme de chiffres en une gamme manipulable. L'échelle de 10 à 1 000 est ainsi comprimée, à l'aide des logarithmes, en une échelle de 1 à 3.

L'échelle des décibels pour les pressions acoustiques utilise comme pression de référence le bruit le plus faible qu'une personne jeune et en bonne santé peut entendre (0,00002 Pa). Elle divise toutes les autres pressions acoustiques par ce nombre dans le calcul de la valeur en décibels. Les pressions acoustiques converties dans l'échelle des décibels sont appelées niveaux de pression acoustique, que l'on désigne par la lettre L_p. Ainsi, le niveau de pression acoustique du bruit le plus faible que peut entendre une personne jeune et en bonne santé est calculé de la façon suivante :

$$L_p = 20 \log \frac{0{,}00002}{0{,}00002} = 20 \log (1) = 20 \times 0 = 0 \text{ dB}$$

Le niveau de pression acoustique, ou L_p, d'une pièce très tranquille, où la pression acoustique est de 0,002 Pa, est calculé de la façon suivante :

$$L_p = 20 \log \frac{0{,}002}{0{,}00002} = 20 \log (100) = 20 \times 2 = 40 \text{ dB}$$

Le niveau de pression acoustique d'une tondeuse à gazon à essence typique, dont la pression acoustique est de 1 Pa, est calculé de la façon suivante :

$$L_p = 20 \log \frac{1}{0{,}00002} = 20 \log (50\,000) = 20 \times 4{,}7 = 94 \text{ dB}$$

ANNEXE B

Calcul du niveau de puissance acoustique

Les niveaux de puissance acoustique ou L_w sont établis à l'aide de la formule suivante :

$$L_w = 10 \log \frac{\text{Puissance acoustique}}{\text{Puissance de référence}}$$

La puissance de référence égale un billionnième de watt (0.000000000001 W). Par conséquent

$$L_w = 10 \log \frac{\text{Puissance acoustique}}{0{,}000000000001}$$

Ainsi, le niveau de puissance acoustique d'un chuchotement normal, dont la puissance acoustique est de 0,0000001 W, se calcule de la façon suivante :

$$L_w = 10 \log \frac{0{,}0000001}{0{,}000000000001} = 50 \text{ dB}$$

LECTURES SUPPLÉMENTAIRES

Cheremisinoff, P.N. et al. Industrial noise control handbook. Ann Arbor, Mich.: Ann Arbor Science Publishers, 1978.

Industrial environment: its evaluation and control. Cincinnati, Ohio: National Institute for Occupational Safety and Health, 1974. p. 299-331.

Industrial noise manual. 3rd ed. Akron, Ohio: American Industrial Hygiene Association, 1975.

Irwin, J.D. et al. Industrial noise and vibration control. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall, 1979.

Magrab, E. Environmental noise control. New York: J. Wiley and Sons, 1975.

Noise control: handbook of principles and practices. Edited by D.M. Lipscomb et al. New York: Van Nostrand Reinhold Company, 1978.

Patty's industrial hygiene and toxicology. Vol. 1, General principles. Edited by G.D. Clayton et al. 3rd ed. New York: John Wiley and Sons, 1978. p. 275-357.

Méthode de mesure de l'exposition au bruit en milieu de travail. Rexdale, Ontario : Association canadienne de normalisation, 1986.

TLVs: threshold limit values for chemical substances and physical agents in the work environment and biological exposure indices, with intended changes for 1985-86. Cincinnati, Ohio: American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1985.